

**CARACTERIZACIÓN DE LAS PYMES EN BOGOTÁ EN EL SECTOR
INDUSTRIAL A TRAVÉS DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE QUIEBRA.**

**GIOVANNY ALEXANDER RODRÍGUEZ FLÓREZ
GRACE CAROLINA PERALTA PINZÓN**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA FINANCIERA
BOGOTÁ D.C 2016**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS PYMES EN BOGOTÁ EN EL SECTOR
INDUSTRIAL A TRAVÉS DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE QUIEBRA.**

Presentado por:

GIOVANNY ALEXANDER RODRÍGUEZ FLÓREZ

GRACE CAROLINA PERALTA PINZÓN

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Financiero.**

MILLER ARIZA

Director de proyecto de grado

Docente

BOGOTÁ D.C 2016

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma de Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C., Febrero 16 de 2016

GLOSARIO

ANOVA: Es una técnica paramétrica utilizada para suponer que la distribución de los datos de cada muestra tiene una distribución particular. (Baron Lopez & Tellez Montiel, 2004, págs. 26-29)

CURVA ROC: Es un método utilizado para diagnosticar la sensibilidad y especificidad de determinada prueba basado en un sistema de coordenadas determinando así el mejor punto en el que la prueba puede llegar a discriminar entre sensible y resistente. (Gonzalez Carreño, 2009, pág. 47).

DANE: Es el departamento administrativo nacional de estadísticas, encargado de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia. (DANE, s.f., pág. 1).

EVA: Es la medida de creación de valor de las empresas la cual ayuda para que todos los que toman decisiones en una empresa se coloquen en una posición que permita delinear estrategias y objetivos encaminados fundamentalmente a la creación de valor. (EVA, s.f., pág. 1)

MODELO LOGIT: Es un modelo que nos permite obtener estimaciones de probabilidad de un evento identificando los factores que determinan dicha probabilidad, este modelo arroja a cada factor una calificación mediante índices de muestreo para encontrar relaciones entre variables explicadas y variables endógenas. (Llano Diaz & Mosquera Caicedo, 2006, pág. 13)

MODELO DE ANALISIS DISCRIMINANTE: Es un modelo basado en determinar qué factores dentro de un conjunto de elementos se pueden lograr sub-agrupar en dos o más grupos establecidos. (Narvaez Semanate, 2010, pág. 40)

PIB: Es el producto interno bruto, el cual es el total de bienes y servicios producidos en un país durante un período de tiempo determinado. (Colombia, s.f., pág. 1)

SISTEMA FINANCIERO: Son las instituciones financieras intermediarias encargadas de desarrollar todo tipo de operación económica financiera por medio de personas u organizaciones, con el fin de realizar cualquier tipo de movimiento negocios o transacciones. (Colombia B. d., s.f).

SIREM: Es el Sistema de Información y Reporte Empresarial, es el encargado de mostrar ante el público los estados financieros de las empresas sometidas a la vigilancia de Supersociedades. (Superintendencia de Sociedades, s.f)

SPSS: Es el programa encargado de proyectar con seguridad lo que podrá ocurrir en un tiempo para así tomar decisiones inteligentes en los momentos requeridos dentro de las investigaciones realizadas. (IBM, s.f)

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cronograma de actividades

Tabla 2: Presupuesto

Tabla 3: Clasificación de las Pymes en Colombia.

Tabla 4: Variables discriminantes del modelo z de Altman

Tabla 5: Límites de referencia del modelo z de Altman

Tabla 6: Indicadores de predicción Rodríguez-Peralta

Tabla 7: Test de igualdad de medias Rodríguez-Peralta

Tabla 8: Prueba de normalidad individual Rodríguez-Peralta

Tabla 9: Estadísticos Rodríguez-Peralta

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución total Pymes Colombia

Figura 2: Distribución de las Pymes en el sector Industrial.

Figura 3: Curva Roc Rodríguez-Peralta

Figura 4: Árbol de decisión Rodríguez-Peralta

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO DE GRADO	14
1.1 PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 OBJETIVO GENERAL:	15
1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:	15
1.3 HIPÓTESIS DEL TRABAJO	16
1.4 JUSTIFICACIÓN	16
1.5 CRONOGRAMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.6 PRESUPUESTO DE INVESTIGACIÓN Y FUENTE DE FINANCIACIÓN	18
CAPÍTULO II: PYMES EN COLOMBIA	19
2.1 PYMES.	19
CAPÍTULO III: QUIEBRA, INDICADORES FINANCIEROS Y MODELOS DE PREDICCIÓN.	25
3.1 QUIEBRA	25
3.2 INDICADORES FINANCIEROS	26
3.2.1 RAZONES FINANCIERAS	27
3.2.1.1 RAZONES DE LIQUIDEZ	28
3.2.1.2 RAZONES DE ENDEUDAMIENTO	28
3.2.1.3 RAZÓN DE COBERTURA	29
3.2.1.4 RAZONES DE ACTIVIDAD	29
3.2.1.5 RAZONES DE RENTABILIDAD	30
3.3 INDUCTORES DE VALOR	30
3.4 MODELOS DE PREDICCIÓN DE QUIEBRA	32
3.4.1 MODELO DE EDMISTER:	32
3.4.2 MODELO GENTRY, NEWBOLD Y WITFORD (1985a, 1985b)	35
3.4.3 MODELO SPRINGATE	38
3.4.4 MODELO CA-SCORE	39
3.4.5 MODELO BEAVER	40
3.4.6 MODELO DE ALTMAN	41
3.4.7 MODELO Z1 ALTMAN	44

3.4.8	MODELO DE OHLSON	46
3.4.9	MODELO DE RICARDO PÁSCALE.....	47
3.4.10	MODELO DE FULMER	48
3.4.11	OTROS AUTORES DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE QUIEBRA ..	49
3.4.11.1	MODELO DE AKIN	49
3.4.11.2	MODELO DE JORGE ROSILLO.....	50
CAPÍTULO IV: ESTIMACIÓN DEL MODELO DE QUIEBRA Y RESULTADOS DEL MODELO PROPUESTO.		55
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		68
BIBLIOGRAFIA.		71

AGRADECIMIENTOS.

Damos gracias a dios por darnos la oportunidad de salir adelante con el proyecto final de grado, aun sobrepasando todos los obstáculos que se nos presentaron en el transcurso de su desarrollo.

A nuestro director de tesis, MILLER JANNY ARIZA, que jamás nos abandonó desde el inicio y final del proyecto de investigación, siempre brindándonos su apoyo incondicional, esfuerzo y paciencia, formando en nosotros conocimientos sólidos que nos sirven en el proceso de adquisición, comprensión y entendimiento. sin dejar atrás, a los directivos que hicieron parte de nuestro crecimiento.

A nuestros padres, que sin dudar de nuestras capacidades y a pesar de las dificultades estuvieron brindándonos su apoyo y comprensión para así poder lograr el cumplimiento de nuestras metas, solo ellos lograron ser nuestros pilares sin perder la fe y esperanza en nosotros.

A todos nuestros familiares: tíos, abuelos, primos, gracias por su ayuda. de igual forma a nuestros amigos, que no dudaron en nuestras capacidades encontrando en ellos una palabra de aliento para no olvidar todo lo que se había logrado.

INTRODUCCIÓN.

En Colombia existen sectores (sector servicios, comercio e industrial) que hacen parte de la economía y aportan para el crecimiento del PIB¹, sectores que sufren incrementos de rentabilidad en el mercado o por lo contrario sectores que se ven afectados por los diferentes factores que indican y hacen que los resultados esperados no sean óptimos; el sector industrial está conformado en su gran mayoría de Pymes. En el segundo semestre de 2014 este sector mostró disminución en la situación económica, así la industria fue la que arrojó resultados no tan alentadores ya que mostró una mejoría económica en un 41%, 9 puntos porcentuales menor que el segundo semestre de 2013, siendo la industria la peor en cuanto al crecimiento económico entre los tres macro sectores. (Anif, 2015, pág. 6).

A través de la historia se han hecho estudios y análisis sobre la insolvencia económica en las empresas y estudios sobre la predicción de la quiebra o insolvencia, distintos autores desarrollaron modelos los cuales utilizaban indicadores financieros óptimos para la predicción de la quiebra, para nuestra investigación es importante resaltar algunos de estos modelos y tener antecedentes históricos.

Por tal razón se busca dar solución al objetivo principal del proyecto de investigación, basado en proponer un modelo estadístico que permita estimar la probabilidad de quiebra de las Pymes en Bogotá en el sector industrial, de acuerdo a la evaluación de indicadores financieros en una ventana tiempo de 3 años. Todo esto bajo la metodología discriminante y logística, basado en el estudio de la curva roc y árbol de decisión.

¹ Producto interno bruto: Total de bienes y servicios producidos en un país durante un período de tiempo determinado

El sector industrial, al ser el que menos reporta buenos resultados económicos, entra a ser parte fundamental de la investigación de este trabajo, analizando las empresas que conforman el sector macro industrial especialmente en Bogotá; para la investigación se consultó los balances de las Pymes desde el año 2000 al año 2014, extraído todo del SIREM, calculando los indicadores financieros más relevantes y que se adaptan a la explicación de la situación económica actual. Adicionalmente se explicará el concepto de quiebra junto con los indicadores financieros más relevantes para analizar el comportamiento económico de una empresa.

Se utilizó una base que posee el año en que las empresas entraron en ley de insolvencia para poder promediar el resultado de los últimos tres años; al calcular los respectivos indicadores se desarrollará un modelo denominado Rodríguez-Peralta, modelo que mostrara cuál de los indicadores es el más óptimo para predecir la quiebra en las empresas del sector industrial teniendo en cuenta el tiempo utilizado para la estimación de la quiebra. El modelo Rodríguez-Peralta fue ejecutado por medio del programa SPSS.

CAPÍTULO I: ESTRUCTURACIÓN DEL PROYECTO DE GRADO

Teniendo en cuenta la revisión de literatura, este capítulo explica el contenido del proyecto de investigación, planteamiento y descripción del problema, objetivos y justificación de la investigación, todo esto basado en la idea central de predicción de quiebra en las Pymes en Bogotá, en el sector industrial, evaluadas por medio de indicadores financieros en una ventana de tiempo de 3 años.

1.1 PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué modelo de probabilidad estadística permite predecir la quiebra para las Pymes en Bogotá en el sector industrial, estimado por medio de los indicadores financieros más apropiados en el periodo del 2000 al 2014?

Las empresas que conforman la economía de un país no se encuentran exentas de tener problemas de insolvencia o falta de liquidez, en el caso de las micro, pequeñas y medianas empresas, la quiebra se genera con mayor frecuencia debido a que la falta de tecnología hace que se genere más costos en la mano de obra. Por esta razón, se han desarrollado diferentes modelos de predicción de quiebra, los cuales tiene como objetivo analizar los motivos por lo cual el fracaso de la empresa se produce. (Borger , Figueroa, & Vecchiola, 2009).

De acuerdo a lo anterior, surge la necesidad de identificar y realizar una propuesta de modelo que permita medir la probabilidad de quiebra de las Pymes en Bogotá por medio de indicadores financieros en un periodo de tiempo de 3 años anteriores al año en que la empresa entra en ley de insolvencia, tomando como base el sector industrial.

Por medio de la calificación que le da el DANE² en el código CIU³ se toman las empresas del sector industrial para estudiar y aplicar los modelos de quiebra, ya que dentro de este sector se ayuda al crecimiento del país. En el sector industrial se encuentran pequeñas y medianas empresas que podrían administrar mejor sus recursos para que el crecimiento del PIB sea mayor tomando medidas correctivas, todo esto gracias a los indicadores arrojados por el modelo a desarrollar.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL:

Proponer un modelo estadístico que permita estimar la probabilidad de quiebra de las Pymes en Bogotá en el sector industrial, de acuerdo a la evaluación de indicadores financieros en una ventana tiempo de 3 años.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Describir la situación general de las Pymes en Colombia.
2. Describir los indicadores financieros que mejor se relacionen con el riesgo de quiebra existente en las Pymes en el sector industrial y los diferentes modelos de predicción de quiebra propuestos a través del tiempo por los diferentes autores a nivel nacional e internacional.
3. Estimar un modelo a través de la metodología discriminante y logística con base en los indicadores financieros históricos.

² Departamento administrativo nacional de estadística

³ El Código CIU fue elaborado por la Organización de Naciones Unidas y la revisión 4 es una adaptación para Colombia hecha y revisada por el DANE.

4. Comparar los resultados del modelo propuesto frente a algunos de los modelos tradicionales identificados en la literatura, en términos de predicción y potencia.

1.3 HIPÓTESIS DEL TRABAJO

La estructuración adecuada de los indicadores financieros en una ventana de tiempo específica, permite lograr encontrar la alternativa de modelo precisa para la estimación o predicción de la quiebra en las Pymes en Bogotá, teniendo en cuenta el sector donde se enfatiza el estudio. En este caso en el sector industrial.

1.4 JUSTIFICACIÓN

En nuestro país, la creación de empresas en los distintos sectores económicos aumenta considerablemente, a su vez pocas de estas perduran en el mercado debido a la influencia del entorno, desactualización tecnológica e inadecuadas decisiones administrativas factores que hacen que dichas empresas se cataloguen como insolventes. (Narvaez Semanate, 2010, pág. 17).

Por tal motivo, es necesario realizar un modelo el cual permita estimar la probabilidad de quiebra de las pymes en Bogotá mediante los indicadores financieros de las empresas del sector industrial en una ventana de tiempo de 3 años, teniendo en cuenta el tiempo en que las empresas entran en ley de insolvencia; mediante este análisis se quiere dar a conocer un resultado general el cual arroja cuales empresas son clasificadas como buenas y cuáles como malas; por medio de la curva ROC⁴, el modelo Logit, el modelo de análisis

⁴ Curva Roc: Se basa en un modelo ingenuo, el cual permite determinar de acuerdo al tipo de modelo que se realice cual es la clasificación y su valor.

discriminante y árboles de decisión, métodos que permiten la toma de decisiones de acuerdo a distintas variables.

Se requiere indagar los estados financieros de algunas de las empresas, escogidas de acuerdo al sector en la ciudad de Bogotá, en este caso el sector industrial, bases que se consolidaran desde el año 2000 al 2014 para la toma de una muestra significativa de dichas empresas.

1.5 CRONOGRAMA DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se describe paso a paso los puntos a seguir en el transcurso de la realización del proyecto de grado.

Tabla 1: Cronograma de actividades

TAREA	DURACIÓN	COMIENZO	FIN
Inicio	31 días	15/02/2015	15/03/2015
Recopilación de información	83 días	20/03/2015	10/06/2015
Marco teórico	52 días	23/07/2015	13/09/2015
Anteproyecto	5 días	10/09/2015	15/09/2015
Corrección de anteproyecto	45 días	20/09/2015	05/11/2015
Creación de indicadores financieros	31 días	01/10/2015	16/11/2015
Análisis del proyecto de grado	41 días	05/12/2015	17/01/2016
Entrega final	1 día		08/02/2016

Fuente: Construcción propia.

1.6 PRESUPUESTO DE INVESTIGACIÓN Y FUENTE DE FINANCIACIÓN

Este apartado describe el presupuesto propuesto para la culminación del proyecto de grado.

Tabla 2: Presupuesto

	INGRESOS	EGRESOS
INGRESOS		
Elaboración del trabajo de grado		
Recursos propios	\$ 1.150.000	
EGRESOS		
Recursos humanos		
Servicios personales		
Viajes		\$ 500.000
Imprevistos		\$ 100.000
	\$ 1.150.000	\$ 600.000

Fuente: Construcción propia.

CAPÍTULO II: PYMES EN COLOMBIA

Todo país, dentro del marco del desarrollo económico, plantea el crecimiento de la economía como una visión que pueda llegar a promover diferentes condiciones de desarrollo y evolución a nivel de bienestar social y calidad de vida, las Pymes forman la parte central de la economía por estas ser entes financieros que buscan engrandecer y fortalecer a toda medida los sectores de la economía impulsándolos hacia un modelo de negocio más productivo y formal. (Villegas Londoño & Toro Jaramillo , 2010, pág. 94).

2.1 PYMES.

Las pequeñas y medianas empresas son entidades independientes diferenciadas por sus incomparables características, estas están predominando en el mercado del comercio y están siendo excluidas del mercado industrial por las altas inversiones que se necesitan hacer para poder llegar a ser empresas con alto índice de rentabilidad, además de poseer un espíritu emprendedor que trae consigo la búsqueda inalcanzable del aumento de los beneficios propios y su capacidad de adaptación a diferentes sectores de la economía. (Triana, Morales , Guarín , & Saldarriaga, 2012, págs. 2-5).

Las Pymes poseen diferentes clasificaciones según el número de empleados y el valor de los activos en pesos, tal como se muestra en la siguiente tabla, (Mincomercio, s.f, pág. 1).

Tabla 3: Clasificación de las Pymes en Colombia.

CLASIFICACIÓN	NÚMERO DE EMPLEADOS	VALOR DE ACTIVOS EN PESOS
Micro	No superior a 10	Activos totales < 500 smmlv
Pequeñas	Entre 11 y 50	Activos totales entre 501 y menos de 5.000 smmlv
Medianas	Entre 51 y 200	Activos totales entre 5.001 y 30.000 smmlv

Fuente: Tomado de Ministerio de Desarrollo. Generalidades de las Pymes.

Teniendo en cuenta que las Pymes son una fuente de innovación, se explican algunas ventajas. (Longenecker & Moore, 2001, págs. 13-23)

- ❖ Capacidad de generar empleos.
- ❖ Adaptan con facilidad nuevas tecnologías.
- ❖ Gran flexibilidad en el mercado.
- ❖ El personal ocupado por empresa es bajo.
- ❖ Contacto directo con los consumidores.

Al igual las desventajas de las Pymes son las siguientes:

- ❖ Afectación con facilidad problemas del mercado.
- ❖ Vulnerabilidad a la fiscalización y control gubernamental.
- ❖ Falta de recursos financieros.
- ❖ Pocas posibilidades de fusión con otras empresas.
- ❖ Administración es llevada a cabo por los dueños. (Longenecker & Moore, 2001, págs. 13-23).

De acuerdo a lo establecido dentro del trabajo de grado, la elaboración del mismo se enmarca de acuerdo a los lineamientos de las entidades financieras para la evaluación de probabilidad dentro del contexto de las Pymes en el sector industrial.

De acuerdo a lo anterior, Ley 590 de 2000⁵, establece el desarrollo integral de las micro, pequeñas y medianas empresas, considerando las capacidades de las mismas al momento de la generación de empleos o la integración de los sectores económicos. (Congreso de la República de Colombia, 2000)

De igual forma, la Ley 905 del 2004⁶, insta la formación de mercados competitivos que fomenten la creación y funcionamiento de la gran mayoría de micro, pequeñas y medianas empresas. (Congreso de la República de Colombia, 2004, pág. 1).

Al momento de creación y generación de empleo, la Ley 1429 de 2010⁷, establece la formalización y la generación de empleo, con el fin de generar incentivos a la formalización en las etapas iniciales de la creación de empresas; de tal manera que aumenten los beneficios y disminuyan los costos de formalizarse. (Congreso de la República de Colombia, 2010, pág. 1).

Para la financiación de las empresas como tal, el decreto 4090 de 2006⁸, especifica las modalidades de crédito cuyas tasas deben ser certificadas.

Para los efectos previstos, se establecen las siguientes modalidades de crédito:

⁵ Artículo I: Objeto de la ley. Ley 590 de 2000

⁶ Capítulo I: Disposiciones generales. Ley 905 del 2004

⁷ Artículo 1: Objeto de ley. Ley 1429 de 2010

⁸ Artículo 2. Decreto 4090 de 2006

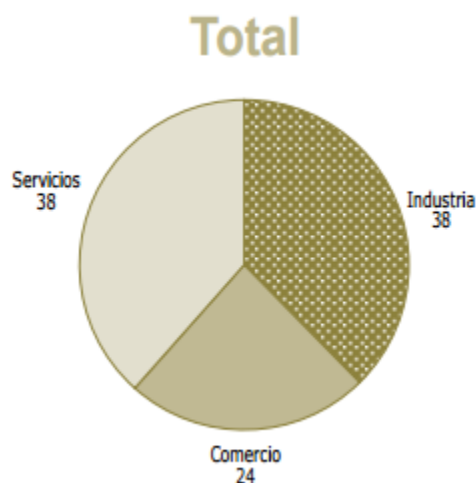
- ❖ Comercial: créditos otorgados a personas naturales o jurídicas para el desarrollo de actividades económicas, distintos a los otorgados bajo la modalidad de microcrédito.
- ❖ De consumo: créditos otorgados a personas naturales para financiar la adquisición de bienes de consumo o el pago de servicios para fines no comerciales o empresariales, independientemente de su monto.
- ❖ Microcrédito: créditos otorgados a microempresas, cuyo saldo de endeudamiento con la respectiva entidad no supere 25 salarios mínimos legales mensuales vigentes. (Ministerio de hacienda y credito publico, 2006, págs. 1-2).

En Colombia, el sector de las Pymes representa un 96.4% de la economía del país, siendo reconocidas por ser las empresas con gran impulso estratégico hacia modelos de negocios con competitividad y resultados positivos en los diferentes sectores económicos, esta búsqueda de crecimiento hace que las Pymes se posicionen como la columna vertebral de la economía logrando responder a las exigencias del entorno económico. (Villegas Londoño & Toro Jaramillo , 2010, pág. 94).

El centro de estudios económicos, en la encuesta realizada a nivel nacional en el primer semestre del 2015, estima que la economía general de las Pymes industriales en el segundo semestre de 2014 decayó con respecto a lo observado en el segundo semestre de 2013. El 41% de las Pymes que reportaron un aumento en su situación económica, con un porcentaje de insatisfacción de los empresarios del 17% frente a un 12% de años anteriores, de igual manera, las pequeñas y medianas empresas del sector industrial presentaron un resultado desfavorable en las ventas con un valor de 19% frente al 14% de años anteriores, el crecimiento del PIB del 4.6% durante el segundo semestre del 2014 en comparación con los

resultados obtenidos en el segundo semestre del 2013, ubicó el sector industria en uno de los peores sectores de la economía por su desempeño. (Anif, 2015, págs. 6-7). En el siguiente gráfico se muestra la distribución de las Pymes a nivel nacional,

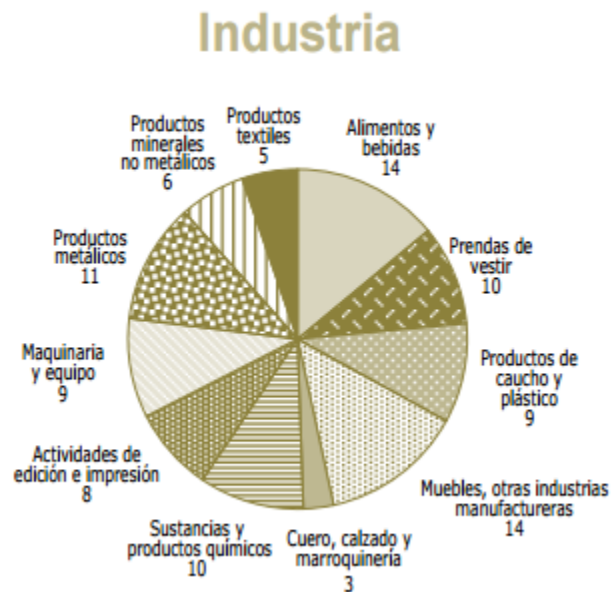
Figura 1: Distribución total de las Pymes Colombia.



Fuente: Tomado de Gran encuesta Anif 2015

La siguiente figura, especifica la distribución de las Pymes en el sector industrial, de acuerdo a la encuesta Pyme, el sector industria presenta un nivel de producción de crecimiento negativo con un valor de 18% durante el segundo semestre del 2014, esto influye en que las opiniones de los empresarios respecto a la situación actual del sector afirmen que las ramas que han sobresalido en dicho sector ya sea por comportamientos positivos (maquinaria y equipo, productos de plástico y caucho y productos textiles) a diferencia de aquellas que por su mal comportamiento no logran sobresalir en la producción (sustancias y productos químicos, muebles y productos minerales no mecánicos) (Anif, 2015, págs. 6-7).

Figura 2: Distribución de las Pymes en el sector Industria.



Fuente: Tomado de Gran encuesta Anif 2015

Las Pymes en Colombia logran generar un alto porcentaje de empleo que favorece a la economía del país, la estructura financiera de las Pymes en Colombia ha acelerado el crecimiento económico en los diferentes sectores de la economía buscando así posicionarse como una plataforma empresarial eficaz con capacidades de innovación, adaptación y regulación de las necesidades financieras.

CAPÍTULO III: QUIEBRA, INDICADORES FINANCIEROS Y MODELOS DE PREDICCIÓN.

En los modelos de quiebra que se han estudiado a través de la historia que serán explicados en este capítulo se ha enfatizado principalmente en los parámetros necesarios que deben ser analizados mucho antes de empezar a plantear los modelos predictores de quiebra, de aquí la importancia de reunir toda la información la cual nos confirma la situación actual de cada una de las empresas de los diferentes sectores que comprenden la economía de nuestro país; en este capítulo se explicarán los principales análisis financieros que se emplean en las distintas empresas para medir la situación económica y financiera de las mismas, para ello se describirán las razones financieras tales como las razones de liquidez, razones de endeudamiento, razones de cobertura, razones de actividad y razones de rentabilidad, se expresa también la importancia que al calcular todas estas razones se llega al diagnóstico financiero; el capítulo es importante ya que sin el cálculo de los diferentes ratios no podríamos aplicar un buen modelo de predicción de quiebra en la Pymes.

3.1 QUIEBRA

La quiebra o fracaso se define como la incapacidad que poseen las empresas para pagar sus obligaciones financieras, las empresas fallan cuando ocurren eventos como impago de los bonos, una cuenta bancaria en descubierto, o la falta de pago de un dividendo de acciones preferentes (Beaver, 1966, pág. 71).

Es una definición que propone Beaver y se adapta a lo que viven hoy en día las empresas de nuestro país resaltando que es importante definir este concepto porque es uno de los temas principales de esta investigación.

De acuerdo a la Ley 1116 de 2006⁹, la quiebra o insolvencia de una empresa se expresa cuando un deudor no logra hacerse cargo del pago de las deudas financieras al momento del cumplimiento de los plazos otorgados.

La Ley 1116 de 2006, tiene por objeto la protección del crédito y la recuperación y conservación de la empresa como unidad de explotación económica y fuente generadora de empleo, a través de los procesos de reorganización y de liquidación judicial, siempre bajo el criterio de agregación de valor. El proceso de reorganización pretende a través de un acuerdo, preservar empresas viables y normalizar sus relaciones comerciales y crediticias, mediante su reestructuración operacional, administrativa, de activos o pasivos. (Congreso de la República de Colombia, 2006, pág. 1).

3.2 INDICADORES FINANCIEROS

Los indicadores financieros son importantes para saber la situación financiera en la que se encuentran las empresas mediante la relación de las cifras contenidas en los estados financieros, estos son la expresión cuantitativa del comportamiento y el desempeño de toda la organización para tomar medidas en caso de un mal funcionamiento. (Rosero Villabon, 2006, pág. 21)

Después de tener los resultados de la mayoría de los indicadores financieros, el análisis financiero es el paso siguiente y consiste en distinguir y descomponer los estados financieros en los elementos que lo constituyen. Sabiendo que al separarlo se analizará cada componente de dichos estados para poder compararlos unos a otros con sus respectivas variaciones de un periodo a otro (Osorio Valencia, 1989, págs. 121-151), para llegar a una

⁹Artículo I: Finalidad del régimen de insolvencia. Ley 1116 de 2006.

interpretación adecuada de la salud financiera de la empresa ya que de esta interpretación se construye la base de una buena administración financiera junto con la toma de decisiones.

En toda empresa se hace necesario realizar un análisis y diagnóstico financiero “puede entenderse el estudio que se hace de la información que proporciona la contabilidad y de toda la demás información disponible, para tratar de determinar la situación financiera de la empresa o de un sector específico de ésta”; sin embargo es de vital importancia conocer los diferentes tipos de diagnóstico financiero, diagnóstico integral, parcial, de salvamento y estático. (García Serna O. L., 2009, págs. 2-9)

En la siguiente parte se dará explicación a las razones financieras junto con su interpretación.

3.2.1 RAZONES FINANCIERAS

Una razón financiera corresponde a una cifra de una cuenta o rubro dividida por otra, lo cual permite expresar el primer número o sea el numerador, como una fracción o porcentaje del segundo (cuando se multiplica por 100), (Osorio Valencia, 1989, págs. 121-151). Del análisis de las razones financieras se desprenden diversos métodos con el fin de poder determinar el rendimiento de todos los componentes de los estados financieros.

A continuación, se explicaran las razones financieras básicas que se aplican en las empresas.

3.2.1.1 RAZONES DE LIQUIDEZ

Con las razones de liquidez podemos conocer la capacidad de pago o solvencia que presenta la empresa para cumplir oportunamente sus deudas y obligaciones financieras en el corto plazo; con estas razones se puede analizar cómo está a liquidez de acuerdo a los componentes corrientes, (Rosero Villabon, 2006, pág. 22).

Algunos indicadores que sobresalen en la razón de liquidez son los siguientes:

- ❖ Razón corriente
- ❖ Prueba ácida
- ❖ Capital neto de trabajo

3.2.1.2 RAZONES DE ENDEUDAMIENTO

El análisis del endeudamiento de las empresas es uno de los más importantes ya que en este se indica el monto de dinero de terceros o proveedores que se usa para generar utilidades en el largo plazo, y así se afirma que entre más deudas contraiga la empresa esta tendrá un alto grado de apalancamiento; los rubros más importantes que debemos tomar en cuenta para aplicar las razones de endeudamiento son los pasivos y el patrimonio ya que son rubros de financiamiento y del efectivo uso de estos dependerá la buena salud financiera de la empresa.

En este caso se puede determinar la conveniencia o no conveniencia del nivel de endeudamiento, si las empresas se encuentran con un alto nivel de endeudamiento es conveniente que la tasa de rentabilidad de los activos totales sea mayor que el costo promedio de financiación. (Rosero Villabon, 2006, pág. 24).

Algunos indicadores de endeudamiento son:

- ❖ Endeudamiento
- ❖ Autonomía
- ❖ Índice de desarrollo de nuevos productos

3.2.1.3 RAZÓN DE COBERTURA

El análisis de las razones de cobertura se basa, en medir la capacidad de cada ente para poder cubrir o cumplir todas las deudas que puedan lograr interrumpir el funcionamiento de la empresa como tal.

Las razones de cobertura son:

- ❖ Cobertura total del pasivo
- ❖ Razón de cobertura total

3.2.1.4 RAZONES DE ACTIVIDAD

La razón de actividad o de rendimiento se emplea para medir la velocidad a la que diversas cuentas se convierten en ventas o en efectivo, de igual manera miden la efectividad de la administración de la empresa al controlar sus activos y miden la eficiencia con que la empresa utiliza sus activos debido a que miden la duración del ciclo productivo y del periodo de la cartera, (Rosero Villabon, 2006, pág. 26)

Las razones de actividad son:

- ❖ Rotación de inventario

- ❖ Periodo de cobranza promedio
- ❖ Rotación de activos fijos
- ❖ Rotación de activos totales.

3.2.1.5 RAZONES DE RENTABILIDAD

Estas razones se emplean para medir la eficiencia con la que se está empleando la administración de la empresa. Las razones de rentabilidad nos indican cual ha sido la ganancia que ha obtenido la empresa, con la inversión de capital de los socios.

- ❖ Rendimiento sobre la inversión
- ❖ Margen de utilidad bruta
- ❖ Rendimientos sobre ventas
- ❖ Rendimientos sobre activos totales.

3.3 INDUCTORES DE VALOR

El concepto de valor agregado para los propietarios no es, pues, más que el que pregona el Objetivo Básico Financiero de la Empresa, por cierto, definido hace décadas, como que debe ser el aumento del patrimonio o la riqueza de sus accionistas. Así de sencillo y sin embargo en muchas empresas no se vive este objetivo como algo trascendental. Lo anterior se toma como base explícita para la descripción del inductor de valor, ya que el crecimiento de la empresa o la riqueza de la misma se explica por medio de la atención dirigida de los empresarios y gerentes a los aspectos que tienen relación con las perspectivas de largo plazo de las entidades que poseen o administran, las cuales no pueden desligarse del

propósito de aumento del valor de la empresa. Los factores que exponen el interés de los empresarios son de ante mano, el flujo de caja que es el esfuerzo de las empresas para evaluar la posibilidad de que los activos logren avalar el pago de la deuda; la apertura económica, la cual ha forzado a las empresas domésticas a implementar procesos de reestructuración para evitar la migración de su valor. Al agregarles valor a los propietarios, este se manifiesta de dos maneras las cuales enmarcan la importancia de la rentabilidad de las empresas para su sostenimiento y el aumento del valor agregado que es un punto clave para el crecimiento como tal de la empresa. Para que se dé el crecimiento con rentabilidades en las empresas, los inversionistas deben rendir por encima del costo del capital de empresa, ya que el Eva¹⁰ es incrementado; todo esto genera rentabilidades al costo de capital en relación con los activos.

De igual manera la clasificación de los inductores de valor dependen de cuatro categorías, las cuales van ligadas al valor de la operación del negocio:

- ❖ Macro inductores
- ❖ Inductores Operativos y Financieros
- ❖ Inductores Estratégico
- ❖ Microinductores. (García Serna O. L., 1992, págs. 4-17)

¹⁰ Eva: medida de creación de valor en las empresas

3.4 MODELOS DE PREDICCIÓN DE QUIEBRA

Este aparte, enmarca los diferentes modelos que se han realizado en el transcurso de los tiempos basados en el análisis de insolvencia de las empresas en diferentes partes del mundo, en dicha explicación se evidenciarán los recursos que los diferentes autores tomaron para poder llegar a su resultado más preciso en cuanto al análisis de la insolvencia financiera. Los modelos explicados son modelos que han usado indicadores o ratios financieros los cuales aportan ideas y fundamentos para llegar a nuestra finalidad de proponer un modelo estadístico que permita estimar la quiebra en las Pymes; modelos tales como el de Beaver, Altman, Ohlson, Ricardo Páscale, Fulmer, Rosillo y Deakin, entre otros.

3.4.1 MODELO DE EDMISTER:

El modelo de Edmister se basó en la realización de un artículo en el cual publicó el estudio de varios análisis financieros, estos análisis usaban Ratios para las pequeñas empresas y argumentaba Edmister que no todos los métodos y ratios nos sirve para predecir quiebra en las empresas. Edmister basado en los fundamentos de Beaver realiza un análisis multivariantes usando el análisis modelo discriminante para predecir la quiebra en las empresas pequeñas ya que hasta esa época se habían hecho estudios para empresas de mediano y grande tamaño, utilizó la combinación de muy pocos ratios para llegar a una función discriminante con alto grado de exactitud, también aseguro que no todos los ratios que se utilizan en un análisis nos pueden servir como buenos predictores de quiebra por lo cual para su base de cálculo usó 21 empresas insolventes y 21 empresas que no estaban en los índices de quiebra, Edmister advirtió que las muestras tomadas eran inestables y la

tendencia entre la variable y el tiempo poco perceptibles, gracias a dicha inestabilidad las variables independientes las transformó de continuas a dicotómicas mediante una regresión lineal, aclarando que se tomaron datos de los últimos tres años anteriores al año en que se presentaba la quiebra. (Ibarra Mares, 2001, págs. 64-71).

Para el desarrollo de la investigación, se deben tener en cuenta 4 fundamentos:

“La H1 establecía que el nivel del ratio representa poder predictivo para una quiebra de las pequeñas empresas, sin importar el sector o el país en donde se ubique la firma.

La H2 se basó en que la tendencia experimentada por el ratio durante tres años consecutivos, representa un poder predictivo de quiebra para las empresas pequeñas.

Para él, generalmente la tendencia se definía estadísticamente como la relación significativa entre la variable dependiente y el tiempo. Además, hizo una interesante observación que se refería a que la tendencia podía ser entendida de muchas maneras.

Por ejemplo, decía, si tenemos una tendencia en los últimos tres años de 2/1, 3/1 y

4/1; la tendencia está obviamente definida. Sin embargo, si la tendencia fuera de 2/1, 4/1 y 3/1; se puede inferir que no existe dicha tendencia. A partir de esto consideró que se podía crear una variable ficticia (“dummy”) con tendencia creciente (“up-trend”) cuyo valor sería “1” al incrementarse y “0” al disminuir. Por otra parte, también se podían crear variables ficticias con tendencia decreciente (“down-trend”), en donde el valor sería “1” al disminuir y “0” al incrementarse la tendencia.

La H3 establecía que el promedio “tri-anual” de un ratio es un predictor de quiebra para las empresas pequeñas y éste es más efectivo con respecto a sólo un promedio anual.

La H4 estableció que la combinación entre la tendencia relativa y el nivel relativo de la industria para cada ratio, era un predictor de quiebras para los pequeños negocios.

Según Edmister esta hipótesis nunca antes había sido utilizada” (Ibarra Mares, 2001, pág. 66)

Para poder obtener la función lineal Edmister utilizó 19 ratios que fueron convertidos en variables dicotómicas para ser comparadas con el valor real de cada ratio fundamentándose en dos criterios tales como su popularidad y fijándose en resultados positivos de investigaciones anteriores excluyendo el Margen de operación Neto, dichos ratios fueron:

1. Liquidez, 2. Circulante, 3. Inventarios / Capital de Trabajo Neto, 4. Capital de Trabajo Neto / Activo Total, 5. Activo Circulante / Pasivo Total, 6. Pasivo Total / Capital Contable, 7. Activos Fijos / Capital Contable, 8. Cash flow / Pasivo Circulante, 9. Pasivo Circulante / Capital Contable, 10. Capital Contable + Pasivo Fijo / Activo Tota, 11. Inventarios / Ventas, 12. Activo Fijo / Ventas, 13. Activo Total / Ventas, 14. Capital de Trabajo Neto / Ventas, 15. Capital Contable / Ventas, 16. Beneficios antes de Impuestos / Ventas, 17. Beneficios antes de Impuestos / Activo Total, 18. Beneficios antes de Impuestos / Capital Contable, 19. Beneficios antes de Impuestos / Pasivo Total.

Edmister al juntar todos estos ratios aplicó el análisis modelo discriminante “STEPWISE” y desarrollo la siguiente función lineal:

$$z = 0.951 - 423x_1 - 0.293x_2 - 0.482x_3 + 0.277x_4 - 0.452x_5 - 0.352x_6 - 0.924x_7$$

Definiendo así cada variable:

X1= Flujo de Fondos Anuales / Pasivo Circulante

$X2 = \text{Capital Contable} / \text{Ventas}$.

$X3 = \text{Capital de Trabajo} / \text{Ventas}$.

$X4 = \text{Pasivo Circulante} / \text{Capital Contable}$.

$X5 = \text{Inventarios} / \text{Ventas}$.

$X6 = \text{Ratio de Circulante}$. Aquí

$X6 = 1$ si era menor que 0.34; y $X6 = 0$, si era mayor que 0.34. Este ratio dividido entre su respectivo ratio de RMA, indicó sólo en dos casos la característica de que su disminución lleva a la quiebra. (Ibarra Mares, 2001, pág. 68)

Así Edmister definió escalas para los Z-Scores arrojados al reemplazar los datos en la ecuación lineal y para resultados que estaban por debajo de 0.47 se hacía referencia a empresas en quiebra y para los Z-Scores por encima de 0.53 se referencian a las empresas que no tienen signos de quiebra.

En conclusión, Edmister afirmó que usando un pequeño grupo de ratios a la hora de predecir la quiebra es más efectivo, también concluyó que estandarizando los ratios dividiéndolos por los promedios industriales y luego convertirlos de variables continuas a variables dicotómicas daban significancia al modelo.

3.4.2 MODELO GENTRY, NEWBOLD Y WITFORD (1985a, 1985b).

El modelo de Gentry se basó en la realización de dos estudios donde consistían en analizar si los modelos con ratios eran especificados bajo los flujos de fondos como “cash-based funds flow” el cual habla de asociar las medidas de rotación de ventas o de activos, Además cash flow fue considerado como la suma de los ingresos netos y el capital de trabajo operativo.

- ❖ Este modelo podía dar una mejor clasificación a las empresas que se encontraban quebradas y no quebradas, sin necesidad de fijarse en los ratios basados en la contabilidad acumulativa.
- ❖ El segundo modelo se realizó con el fin de complementarlo con el estudio anterior, donde solamente se utilizó el cash flow y sus resultados dieron a conocer que esto no presentó algún tipo de incremento en los resultados clasificados al contrario disminuía cada vez más. El modelo que se utilizó por estos personajes fue creado en 1972 con un logro inicial que era ver la relevancia de los flujos a través de la inclusión de varios componentes de flujos de fondos que fueron, los fondos operacionales, capital de trabajo, dividendos financieros, gastos fijos de cobertura, gastos de capital, pago de dividendos, otros flujos de activos y pasivos y cobros en efectivo y marketable securities.

Con estos componentes se dio como resultado un 83.33% de clasificación verídica. Donde se comparó con Cash Flow y se observó que las empresas fracasadas provenían de la rotación de las cuentas por cobrar en donde su fuente principal estaba basada en la liquidez que se utilizaba para cubrir los altos gastos financieros la cual eran provocados por el sobre endeudamiento, para ver si los componentes de flujo de fondos se podían discriminar entre las muestras de las empresas seleccionadas se utilizó el análisis del modelo discriminante, el Probit y el Logit con un fin de analizar la capacidad de los componentes en 3 años previos a la quiebra de dicha empresa. (Ibarra Mares, 2001, pág. 93).

En el estudio realizado mediante las 8 variables, se reflejaron cálculos en 33 empresas fracasadas y 33 empresas solventes, donde reflejan grandes diferencias entre estos dos

grupos. La muestra que se reflejó por las empresas fracasadas dio a ver una mayor desviación, se utilizó una segunda muestra de empresas Débiles y Solventes obteniendo una clasificación entre el 72% según la base de datos registrada y analizada. En 1985 Gentry llevó a cabo un segundo estudio en donde sustituyó el capital de trabajo por 5 componentes en el flujo de fondos que fue: cuentas por cobrar, inventarios, otros activos, cuentas por pagar, otros pasivos. Estos componentes mostraron una gran diferencia entre las empresas solventes y las empresas fracasadas, este nos dio a conocer que las empresas fracasadas tendían a liquidar sus activos para generar tesorería. Mientras que las empresas solventes tendían a invertir sus activos, se concluyó que las variables de cash flow que se encuentra en el modelo dan resultados significativos con una incrementación a los resultados predictivos. Aun así esta conclusión se basó únicamente en la estadística global del modelo escogido, para esto se seleccionó 114 empresas fracasadas mas no quebradas , estas empresas dejaron de producir sus análisis financieros dos años antes de dicho fracaso se vio que del total de las empresas 68 se encontraban en quiebra y 24 en liquidación. Se seleccionó solo a 92 empresas fracasadas, seleccionamos otras 92 empresas las cuales eran empresas solventes, las cuales 33 mostraban datos completos durante los primeros tres años previos donde se ve si la empresa quebró, 21 empresas solventes eran del sector industrial y 12 de otros sectores. El balance general y el análisis de resultados que se realizó fueron los documentos que se utilizaron para ver los componentes del flujo de fondos. Se utilizó un modelo de flujos de fondos el cual se basa en el capital de trabajo donde se identificó los componentes de los resultados asociados con las decisiones financieras que se encontraban en la empresa, la conclusión final que se puede dar a esto es que los componentes del flujo de fondos que fueron basados en el

Cash Flow ofrecen alternativas viables para la clasificación a las empresas solventes y a las empresas que se encuentran en quiebra. (Ibarra Mares, 2001, págs. 94-95).

En el análisis Logit, se vio que sus resultados indicaban que los componentes de flujo de fondos eran variables y significativos para dicho modelo. Esto tal vez se vio a las diferencias presentadas entre los estudios realizados en el diseño de la investigación creada. Lo que nos lleva a concluir que, aunque se manejen diferentes bases de datos el diseño experimental afecta directamente a los resultados dentro de los modelos predictivos los cuales fueron analizados y estudiados.

3.4.3 MODELO SPRINGATE

El modelo de Gordon L.V. Springate se basó en el desarrollo de un nuevo modelo de predicción de quiebra sobre una muestra de 50 empresas y la utilización de 19 razones financieras, de las cuales se seleccionaron cuatro para formar la siguiente ecuación:

$$z = 1.03a + 3.07b + 0.66c + 0.40d$$

Las variables para aplicar el modelo están formadas por los siguientes factores:

A = Capital de Trabajo / Activo Total

B = Utilidad neta antes de intereses e impuestos / Activo Total

C = Utilidad neta antes de impuestos / Pasivo Corriente

D = Ventas / Activo Total

Donde Springate, explicó:

$Z < 0.862$ es insolvente a la empresa. La precisión del modelo Springate fue del 92.5% en 1978, aunque una prueba posterior en 1979, también en 50 empresas, arrojó una precisión

de sólo 88%, y en 1980, para una muestra de 24 empresas, la exactitud del modelo se redujo al 83.3%. (León Valdez, 2006, pág. 29)

3.4.4 MODELO CA-SCORE

El modelo Ca-score fue desarrollado por Jean Legault de la Universidad de Quebec, el modelo fue formalizado después de analizar 30 razones financieras de una muestra total de 173 empresas manufactureras con ventas anuales entre uno y veinte millones de dólares canadienses, llegando a esta función:

$$ca = 4.5913 x_1 + 4.5080 x_2 + 0.3936 x_3 - 2.7616$$

Las variables definitivas son:

$X_1 = \text{Capital Contable (Patrimonio)} / \text{Activo Total}$

$X_2 = (\text{Utilidad antes de impuestos y partidas extraordinarias} + \text{gastos financieros}) / \text{Activo Total}$

$X_3 = \text{Ventas} / \text{Activo Total}$

Donde expresa, Ca-Score < -0.3 (0.3 negativo) la empresa se considera insolvente. El modelo fue diseñado para su aplicación en empresas manufactureras y el grado de exactitud se ubica alrededor de un 83%. (León Valdez, 2006, pág. 29).

3.4.5 MODELO BEAVER

Beaver, creo un modelo de predicción que consistió en investigar la capacidad predictiva de los ratios financieros. En el cual el estudio principal del modelo fue sugerir una metodología para la evaluación de los datos contables para cualquier propósito y no sólo para la determinación de la solvencia. El autor se centró en la identificación de un ratio único que tuviera la capacidad de predicción; planteando que la utilización de los ratios sólo podría ser experimentada considerando algunos propósitos particulares. Para demostrarlo realizó una investigación empírica que dividió en cinco partes que consistieron en: 1) la selección de la muestra, 2) la comparación de las medias de los ratios financieros, 3) un test de clasificación dicotómico, 4) un análisis de probabilidad de ratios, y 5) las conclusiones finales para posteriores estudios. (Ibarra Mares, 2001, págs. 40-46)

Beaver se basó en la hipótesis de que la solvencia está ligada a unas variables independientes que pueden ser controladas. Respecto a la selección de la muestra, quedó integrada por 79 empresas en quiebra contra 79 empresas sin quiebra. Las 79 empresas fracasadas se clasificaron de acuerdo al sector (industrial) y tamaño de activos. Se consideró que para cada empresa fracasada se seleccionaba una no fracasada (mismo sector y activos). Obteniendo una lista de 12 mil empresas, a estas le realizó el procedimiento estipulado de la siguiente manera:

- ❖ Seleccionó el número de industria de acuerdo a la empresa fracasada.
- ❖ Encontró la proporción entre la lista y el número de empresas fracasadas.
- ❖ Dentro del grupo industrial, seleccionó tentativamente a la empresa cuyos activos fueran los más próximos a los de la empresa fracasada.

- ❖ Si la empresa estaba en quiebra se seleccionaba tentativamente de la lista de 12 empresas. Si esta no estaba en quiebra se aceptada como una empresa no fracasada. (Ibarra Mares, 2001, págs. 40-46).

Concluyendo que el cálculo de los indicadores financieros eran excelentes predictores de quiebras, permitiendo detectar la insolvencia en las empresas a tiempo, aunque teniendo claridad que no son los únicos ratios que permiten predecir la quiebra en las empresas.

3.4.6 MODELO DE ALTMAN

El modelo de Altman se basó en la creación de un modelo evaluador de solvencia en las empresas de economías emergentes, llamado Z-score, esto con el fin de proponer un nuevo indicador global predictivo de quiebra. El modelo está basado en realizar un análisis estadístico en el que se ponderan y suman cinco razones de medición para clasificar las empresas en solventes e insolventes. Para la ejecución del modelo Z-score, se tomaron 66 empresas, 33 quebradas en años anteriores y 33 con operaciones en el mercado, calculando para las empresas manufactureras que cotizan en bolsa 22 indicadores financieros. (Camacho Rubiano, Salazar Henao, & León Arias, 2013, pág. 9)

El resultado del modelo, se denominó predictor de quiebra y fue nombrado como Z-score. Esta combina varios de los indicadores Financieros más significativos dentro de una derivación estadística que fue publicada inicialmente por Edward Altman, y desarrollada en una muestra de 50 empresas industriales. Desde entonces, el algoritmo se ha perfeccionado hasta lograr un 95% de confiabilidad en la exactitud de la predicción de quiebra, con 2 años de anterioridad a la situación de insolvencia, modelo que es aplicable a las empresas no industriales y que no coticen en bolsa. El valor Z establecido por Edward Altman es un

modelo lineal en el cual se establecen ponderaciones a indicadores financieros con el fin de predecir si las empresas podrían acercarse a un problema de insolvencia (León Valdez, 2006, págs. 23-26). Una vez obtenidos el valor Z, se puede comparar con los límites de referencia, o valores de corte, para obtener el diagnóstico de la situación de las empresas, de acuerdo con el modelo. (Camacho Rubiano, Salazar Henao, & León Arias, 2013, pág. 9)

Las variables definitivas del modelo Z-score de Altman se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4. Variables discriminantes del modelo z de Altman.

SIGLAS	SIGNIFICADO
AC	Activo corriente
AT	Activo total
VN	Ventas netas
IN	Gastos financieros
PT	Pasivo total
PC	Pasivo corriente
VM	Valor de mercado
UAI	Utilidad antes de impuesto
UR	Utilidades retenidas

Fuente: Tomado de Camacho Rubiano Germán Alfredo, Salazar Henao Antono jose, León Arias Claudia Bibiana, 2013

Altman derivó las siguientes ecuaciones o indicadores que fueron utilizadas para la determinación del indicador Z-Score.

- $X1 = (AC - PC) / AT$
- $X2 = (UR / AT)$
- $X3 = (UAI + IN) / AT$
- $X4 = (VM/PT)$
- $X5 = VN/ AT$

La ecuación para determinar el coeficiente Z de Altman, fue la siguiente:

$$z = 1.2x_1 + 1.4x_2 + 3.3x_3 + 0.6x_4 + 0.99x_5$$

Esta función no cuenta con una constante definida. En esta función los índices seleccionados conforman el valor de Z. Estos son:

X1 = Capital de trabajo neto / Activo total (en %)

X1 = Activos circulantes menos pasivos circulantes / Activos totales (en %)

X2 = Utilidades retenidas acumuladas / Activos totales (en %)

X3 = Ganancias antes de intereses e impuestos (GAII) / Activos totales (en %)

X4 = Valor de mercado del Patrimonio / Pasivos totales (en %)

X5 = Ventas / Activos totales (veces).

Al realizar el cálculo de los índices de la función Z con la información financiera de las Compañías y de acuerdo con sus resultados se establecen los parámetros o límites de referencia para la separación de los 2 grupos (empresas sanas y no sanas), para esta versión del modelo Z- Score. (Camacho Rubiano, Salazar Henao, & León Arias, 2013, pág. 13).

Tabla 5: Límites de referencia del modelo z de Altman

LIMITES	DESCRIPCIÓN
$Z \geq 2.99$	Baja probabilidad de quiebra, la empresa no tendrá problemas de liquidez
$Z \leq 1.81$	Alta probabilidad de quiebra, la empresa cuenta con problemas de insolvencia
$1.81 < z < 2.99$	Zona gris, señala alguna seguridad relativa, pero se sitúa en un área de observación.

Fuente: Tomado de Camacho Rubiano Germán Alfredo, Salazar Henao Antono jose, León Arias Claudia Bibiana, 2013

Concluyendo así, el modelo Z de Altman se puede aplicar en varios ámbitos, teniendo en cuenta que puede ser usado en grupos de empresas o para una sola empresa. Si es para un grupo de empresas, se calcula cada uno de los índices contemplados en el modelo para cada empresa de la muestra que se tome, y se calcula el valor promedio de cada índice en el grupo y se sustituye en la función. Si es para una empresa específica, se calculan igualmente los índices del modelo y el resultado se sustituye en la función para obtener el valor de Z. Esto puede hacerse para el ejercicio económico actual o para uno proyectado. (Camacho Rubiano, Salazar Henao, & León Arias, 2013, pág. 13)

3.4.7 MODELO Z1 ALTMAN

Esta versión del modelo original se desarrolló para que fuera aplicable a cualquier clase de empresa y no solo aquellas industrias manufactureras inscritas en bolsa. Para poder cumplir tal propósito se trabajó básicamente con los factores integrantes de la variable X4, sustituyendo el valor de mercado por el valor patrimonial en libros o valor del capital contable. Este valor es entonces útil cuando las empresas son manufactureras no cotizables en el mercado bursátil; esto debe tenerse en cuenta al momento del análisis para así

ajustarse al modelo y tener mayor confiabilidad en sus resultados. Los índices quedaron iguales, con excepción del X4, donde se sustituyó el numerador, debido a que, en vez de contemplar el valor de mercado del patrimonio, este se cambió por el valor contable del patrimonio. Es decir que X4 quedó en la versión Z1 de Altman de la forma: $X4 = \text{Valor contable del patrimonio} / \text{Pasivo total}$. (Camacho Rubiano, Salazar Henao, & León Arias, 2013, pág. 14)

En esta función, los índices seleccionados para conformar el valor Z1 son:

$X1 = \text{Capital de trabajo neto} / \text{Activo total (en \%)}$

$X1 = \text{Activos circulantes menos pasivos circulantes} / \text{Activos totales (en \%)}$

$X2 = \text{Utilidades retenidas acumuladas} / \text{Activos totales (en \%)}$

$X3 = \text{Ganancias antes intereses e impuestos (GAII)} / \text{Activos totales (en \%)}$

$X4 = \text{Valor contable del Patrimonio} / \text{Pasivos totales (en \%)}$

$X5 = \text{Ventas} / \text{Activos totales (veces)}$

Con una función final, así:

$$z = 0.717x_1 + 0.847x_2 + 3.107x_3 + 0.420x_4 + 0.998x_5$$

$Z \leq 1,23$; clasificándose como Alta probabilidad.

$Z \geq 2,90$; clasificándose como Baja probabilidad.

$1,23 < Z < 2,90$; clasificándose como zona gris.

Concluyendo que el factor X5 otorga un peso relativo importante a la rotación de activos y es en las empresas manufactureras donde este indicador mantiene grandes volúmenes. (Camacho Rubiano, Salazar Henao, & León Arias, 2013, págs. 14-16)

3.4.8 MODELO DE OHLSON

“Ohlson utilizó el modelo Logit el cual le permitía evitar algunos de los problemas teóricos que presenta el análisis discriminante múltiple (MDA), como es la normalidad en la distribución de las razones financieras, además de tener ventajas metodológicas que presiden de la obligación de que las matrices de varianzas y covarianzas entre ambos tipos de empresas tengan que ser iguales (lo que elimina el supuesto de la homocedasticidad entre las empresas), y permiten la introducción de efectos no lineales en la estimación sin imponer restricciones al número o al tipo de variables independientes”. (Pérez G., González C., & Lopera C., 2011, págs. 212-213).

Las mayores determinantes para el éxito de la empresa dependían del tamaño, indicadores financieros y liquidez. Ohlson realizó un modelo de predicción de quiebra por medio de 9 variables. Para la creación del modelo Ohlson, tomó como base 105 empresas en quiebra y 2058 empresas financieramente solventes. Los criterios para la creación del modelo fueron los siguientes:

Criterios de Modelo de Predicción de Quiebra de Ohlson.

1. $\text{Log. Activo Total} / \text{Índice de Nivel de Precios del Producto Interno Bruto}$
2. $\text{Pasivo Total} / \text{Activo Total}$
3. $\text{Capital de Trabajo} / \text{Activo Total}$
4. $\text{Pasivo Circulante} / \text{Activo Circulante}$

5. Variable Dummy = "1" si el total del pasivo excede al total de activo; "0", si el total del activo excede al total del pasivo
6. Ingresos Netos / Activo Total
7. Fondos de Operación Normales / Activo Total
8. Variable Dummy = "1" si los ingresos netos fueron negativos en los últimos dos años y "0" si los ingresos netos no fueron negativos en los últimos dos años
9. $(\text{Ingresos Netos del Periodo más reciente } (NI_t) - \text{Ingresos Netos del Periodo } t - 1) / (NI_t + (NI_{t-1}))$ (Ibarra Mares, 2001, págs. 75-79).

Concluyendo, que la importancia de la empresa depende del resultado de los estados financieros expuestos ante el público. La utilización de transformaciones lineales de un vector de razones financieras mejora el potencial de la estimación Logit. (Pérez G., González C., & Lopera C., 2011, pág. 213).

3.4.9 MODELO DE RICARDO PÁSCALE

El modelo busca predecir la bancarrota de las empresas con alta inestabilidad. Por consiguiente, Ricardo Páscale, decidió trabajar para la creación de su modelo base con empresas uruguayas por medio de la metodología de análisis discriminante múltiple. (Ibarra Mares, 2001, pág. 55)

Los criterios tomados por Ricardo Páscale para la obtención de resultados, es el siguiente:

$$z = -3.70992 + 0.99418x_1 + 6.55340x_2 + 5.51253x_3$$

Dónde:

X1= Ventas / Deudas totales

$X2 = \text{Ganancias ajustadas por inflación} / \text{Activos totales}$

$X3 = \text{Deuda a largo plazo} / \text{Deuda total}$

Valor crítico: $Z = 0$ y la Zona Gris entre $-1.05 < Z < 0.4$

Concluyendo así, si reporta un valor de Z superior a cero (0), la empresa será clasificada como empresa que no han presentado serios problemas financieros y aquellas que tienen un Z menor que cero (0) como aquellas con características similares a las empresas que han tenido serios problemas financieros. (Ibarra Mares, 2001, págs. 55-58).

3.4.10 MODELO DE FULMER

Fulmer utiliza el análisis de discriminación múltiple. En una muestra de 60 empresas, 30 solventes y 30 insolventes, Fulmer calculó 40 razones financieras para elegir las 9 expresadas a continuación:

$X1 = \text{Utilidades retenidas} / \text{Activo Total}$

$X2 = \text{Ventas} / \text{Activo Total}$

$X3 = \text{Utilidad antes de impuestos} / \text{Capital contable (Patrimonio)}$

$X4 = \text{Flujo de caja} / \text{Pasivo Total}$

$X5 = \text{Pasivo Total} / \text{Activo Total}$

$X6 = \text{Pasivo Corriente} / \text{Activo Total}$

$X7 = \text{Activo total tangible}$

$X8 = \text{Capital de trabajo} / \text{Pasivo Total}$

X9 = Logaritmo de la utilidad de operación / Gastos financieros (León Valdez, 2006, págs. 27-28)

Formulando la siguiente ecuación para predecir la quiebra:

$$h = 5.528x_1 + 0.212x_2 + 0.073x_3 + 1.270x_4 + 0.120x_5 + 2.335x_6 + 0.575x_7 \\ + 1.083x_8 + 0.894x_9$$

Dando como resultado, si $H < 0$ la empresa se considera insolvente y entre más alto sea el número positivo que se obtenga entonces se podrá afirmar que la compañía es más sólida desde el punto de vista financiero. El modelo de Fulmer alcanzó un 98% de precisión aplicando la ecuación con un año de anticipación a la declaratoria de insolvencia y un 81% en periodos mayores a un año. (León Valdez, 2006, pág. 28)

3.4.11 OTROS AUTORES DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE QUIEBRA

3.4.11.1 MODELO DEAKIN

Deakin creó un modelo de predicción de quiebra basados en los modelos de Altman y Beaver, este creador considero que el modelo de Beaver era más óptimo y obtuvo mejores resultados a través de los ratios financieros escogidos por este, aunque el modelo de Altman era más atractivo. (Ibarra Mares, 2001, pág. 60).

El modelo de Deakin se creó por la escogencia de 32 empresas fracasadas y 32 empresas sin problemas de solvencia, esto fue escogido por medio de 2 criterios como lo eran el tamaño de sus activos y clasificación industrial. Su estudio partió de test de significación individual y clasificación dicotómica, calculando así las combinaciones multivariantes de los ratios a través de las funciones discriminantes, para poder hacer efectivo su modelo fue necesario tomar muestras de empresas insolventes y empresas solventes; al tomar la

muestra de empresas fracasadas la definió para establecer la unidad temporal; para clasificar las empresas sanas se basó en el tamaño y el sector de la economía; calculo 14 ratios para cada empresa en cada uno de los años; la selección de los ratios se realizó de acuerdo a la capacidad de predicción los cuales arrojaban datos positivos para predecir esto quiere decir que servían como variables independientes. Deakin observó que los ratios tenían un alto poder predictivo ya que la mayoría de las empresas habían expandido sus pasivos y sus inventarios.

Para realizar la función lineal uso coeficientes de correlación “SPEARMAN RANK ORDER” para poder comparar los 14 ratios usados por Beaver y el cálculo en el cual usa datos de los últimos tres años antes de la quiebra, al usar la MDA encuentra un alto grado de correlación de capacidad predictiva. Deakin llega a dos interesantes conclusiones y una de ellas es que encuentra y disminuye variables que contribuyen poco a la función y la otra afirma que es posible predecir en el corto plazo y para predecir a largo plazo las variables son insuficientes

3.4.11.2 MODELO DE JORGE ROSILLO

Jorge Rosillo, ingeniero industrial y administrador de empresas de la universidad Javeriana, tuvo la iniciativa de crear un modelo de predicción de quiebras en empresas colombianas basándose del modelo base de Altman, con el fin de pronosticar con mayor certeza la quiebra en las empresas colombianas o mostrar la situación difícil por la que pasaban dichas empresas, por medio de 12 indicadores financieros tomados de 150 empresas en una ventana de tiempo de 4 años.

Por consiguiente se realizó el análisis financiero de 150 empresas colombianas de las cuales no contaba con la información financiera (estados financieros y estados de resultados) completa y decidió tomar como base las empresas que si cumplían con los datos necesarios para la ejecución del modelo de predicción de quiebra; de estas 150 empresas solo quedaron 106 que fueron utilizadas de la siguiente manera:

- 80 empresas fueron tomadas para la realización del modelo
- 26 empresas se tomaron para la prueba del modelo

Donde resultaron de las 80 empresas colombianas tomadas para la realización o creación del modelo, 50 empresas fuertes y 30 débiles. De igual manera dentro de las 26 empresas utilizadas para la prueba solo 15 figuraron como empresas fuertes y 11 figuraron como empresas débiles. (Rosillo, 2002, pág. 110)

Para la creación del modelo, se basó en criterios para la clasificación de las empresas como la definición de ratios para el cálculo de los indicadores en empresas fuertes y débiles. Para la ejecución del modelo se realizó el cálculo de 12 indicadores los cuales le daban posición a las empresas; de esos 12 indicadores, Jorge rosillo los redujo a 3 (Endeudamiento, rentabilidad del patrimonio y leverage) que eran los que ciertamente mostraban la diferencia entre las empresas débiles y las empresas fuertes. Tomados de la siguiente manera:

Endeudamiento=-7.165

Rentabilidad del Patrimonio = 9.852

Leverage Largo Plazo = 1.097

Constante = 1.563

De los cuales se halló la función discriminante “Z”

$$Z = -7.165X + 9.852X + 1.097X + 1.563$$

De acuerdo a lo anterior, esta Constante sirve para definir la calidad de fuerza de las empresas colombianas o la debilidad de las mismas. (Rosillo, 2002, pág. 120)

Sin embargo, de las 80 empresas tomadas o clasificadas para el diseño del modelo, 65 de esas fueron clasificadas como empresas fuertes de las cuales fueron tomadas 50 de acuerdo al cálculo y resultado de los indicadores

Empresas Fuertes

Endeudamiento = 0.26017006

Rentabilidad del Patrimonio = 0.06113952

Leverage Largo Plazo = 0.50273351

Constante = 1.563

Por medio de la ecuación se calculó la constante discriminante para las empresas fuertes, dando como resultado:

$$\begin{aligned} Z_{\text{fuertes}} &= -7.165(0.26017006) + 9.852(0.06113952) + 1.097(0.50273351) \\ &\quad + 1.563 \end{aligned}$$

$$Z_{\text{fuertes}} = 0.85272677$$

De igual manera, se realizó el cálculo para las empresas colombianas clasificadas como débiles (30 empresas), dando como resultado:

Empresas débiles

Endeudamiento = 0.46342418

Rentabilidad del Patrimonio = -0.07814256

Leverage Largo Plazo = 1.00787766

Constante = 1.563

$$\begin{aligned} Z_{\text{fuertes}} &= -7.165(0.46342418) + 9.852(-0.07814256) + 1.097(1.00787766) \\ &\quad + 1.563 \end{aligned}$$

$$Z_{\text{fuertes}} = -1.42165289$$

Teniendo el cálculo de la constante discriminante para las empresas débiles y fuertes, se procede a calcular el punto de corte que Jorge Rosillo denominó como Z_{OC} (Rosillo, 2002, pág. 121).

$$Z_{OC} = \frac{(Z_{\text{Fuertes}})(\text{Número de Empresas Fuertes}) + (Z_{\text{Débiles}})(\text{Número de Empresas Débiles})}{\text{Total de Empresas}}$$

$$Z_{OC} = \frac{(50(0.85272677)) + (30)(-1.42165289)}{80}$$

$$Z_{OC} = -0.0001656$$

Todas las empresas que tengan función discriminante mayor al Z_{OC} son fuertes, caso contrario son débiles. Al obtener el punto de corte de las empresas, Jorge Rosillo, probó el modelo con las 26 empresas restantes y obtuvo un 100% de aciertos para las fuertes y 82% de aciertos para las débiles, lo cual puede tomarse como un sí en la ejecución del modelo de

predicción de quiebra para las determinar si son empresas fuertes o empresas débiles.

(Rosillo, 2002, pág. 121)

CAPÍTULO IV: ESTIMACIÓN DEL MODELO DE QUIEBRA Y RESULTADOS DEL MODELO PROPUESTO.

Los modelos de probabilidad estadística se caracterizan por ser un objeto abstracto matemático, descrito a través de ecuaciones que cumplen unas determinadas propiedades, estos de igual forma, dependen de la tipología de las variables y los parámetros que toman para determinar en si una función. (Sanchez, 2011, págs. 28-37).

Para la creación del modelo de predicción de quiebra, se basó en diferentes aspectos los cuales eran claves para poder llegar a predecir la quiebra dentro de una empresa o dentro de varias empresas, ya sean que cotizan en bolsa, o empresas que no poseen ningún bono en circulación.

Para esto se buscó dar respuesta al objetivo principal de nuestro proyecto de investigación el cual está basado en proponer un modelo estadístico que permita estimar la probabilidad de quiebra de las Pymes en Bogotá en el sector industrial, por medio de la evaluación de indicadores financieros en una ventana tiempo de 3 años. Enfatizándose así nuestra investigación en la creación de nuestro propio modelo denominado Rodríguez-Peralta, nombre colocado por los apellidos de los investigadores.

La metodología empleada en la creación y ejecución del modelo Rodríguez-Peralta, está basada en el análisis de los modelos de probabilidad estadística como lo son el modelo de análisis discriminante y el modelo Logit. Esto es logrado por medio del estudio de la curva Roc y el árbol de decisión.

MODELO DE ANALISIS DISCRIMINANTE

El Análisis Discriminante es una técnica multivariada que permite describir algebraicamente las relaciones entre dos o más poblaciones de manera tal que las diferencias entre ellas se hagan más evidentes. El análisis discriminante se realiza con dos enfoques diferentes, enfoque descriptivo el cual se basa en diferenciar las variables empleadas para la división de los grupos, determinando así cuáles variables se diferencian dentro de la división de los grupos (importancia y efectos de clasificación) y el enfoque predictivo se ejecuta por medio de la clasificación de observaciones de las cuales no se logra conocer a qué grupo pertenecen, esta observación se asignara al grupo que tiene más probabilidad de pertenecer la base con sus características definidas. (Crow Santos & Ruiz Barzola, 2006, págs. 2-9).

El modelo de análisis discriminante tiene por objeto encontrar relaciones lineales entre las variables continuas que mejor discriminen en grupos definidos a los objetos y construir una regla de decisión que asigne un objeto, a uno de los grupos prefijados. El análisis discriminante parte de una tabla de datos de n individuos a los que se les mide p variables cuantitativas independientes, que actúan como perfil de características de cada uno de ellos. (Camacho Rubiano, Salazar Henao, & León Arias, 2013, págs. 44-45)

Para el desarrollo del análisis del modelo discriminante, es necesario tener en consideración los siguientes supuestos bases:

- La cantidad de variables depende de la clasificación de las mismas, variables categóricas y variables de intervalos de razón, las cuales son independientes unas de otras.
- Se solicitan al menos dos grupos para la división de los mismos en subgrupos.

- La matriz de varianza y covarianza de cada grupo deben ser iguales.
- Las variables deben poseer una distribución normal multivariante (multinormalidad). (De la Fuente Fernández, 2011, págs. 1-4).

De acuerdo a lo anterior, se procede a realizar el modelo de análisis discriminante teniendo en cuenta todos los supuestos de normalidad que se requieren para dicho modelo, de esta manera se expone cada uno de los resultados obtenidos con el cálculo de los 20 indicadores financieros y promedios de los 3 años anteriores, logrando clasificar las Pymes que no se encontraban en ley de insolvencia frente a las Pymes que ya han entrado en ley de insolvencia o que cuentan con problemas de liquidez.

No obstante el resultado del cálculo de los indicadores y promedios permitieron determinar que un total de 3835 Pymes, el 3,07% están en ley de insolvencia representadas por 121 empresas y 3714 empresas no poseen ningún problema de liquidez hasta el momento. Dentro de las 3714 empresas que no cuentan con problemas de liquidez, se clasificaron un total de 121 empresas para obtener de esta manera una base total homogénea (121 empresas con ley de insolvencia y 121 empresas sin ley de insolvencia).

Para el cálculo de los 20 indicadores financieros se toman como base los diferentes autores más relevantes en la creación de modelos de predicción de quiebra como lo son, Altman, Fulmer, Rosillo, Páscale, de los cuales se realiza el cálculo de los promedios de los 3 años anteriores a la ley de insolvencia. El cálculo de los mismos da como resultado la matriz base, teniendo en cuenta las Pymes que están o no en ley de insolvencia. Los indicadores se muestran en la siguiente tabla,

Tabla 6: Indicadores de predicción Rodríguez-Peralta.

RAZÓN CORRIENTE: (ACTIVO CORRIENTE/PASIVO CORRIENTE)	PRUEBA ÁCIDA: (ACTIVO CORRIENTE-INVENTARIOS/PASIVO CORRIENTE)	PRUEBA DE EFECTIVO: (DISPONIBLE/PASIVO CORRIENTE)	NIVEL DE ENDEUDAMIENTO: (PASIVO TOTAL/ACTIVO TOTAL)	NIVEL DE ENDEUDAMIENTO LEVERAGE: (PASIVO TOTAL/PATRIMONIO)
CONCENTRACIÓN DEL ENDEUDAMIENTO A CORTO PLAZO PASIVO CORRIENTE /PASIVO TOTAL	RENTABILIDAD DEL PATRIMONIO: UTILIDAD NETA / PATRIMONIO BRUTO	RENTABILIDAD DE CAPITAL PAGADO: UTILIDAD NETA / CAPITAL PAGADO	MARGEN BRUTO: UTILIDAD BRUTA / VENTAS NETAS	MARGEN OPERACIONAL DE UTILIDAD: UTILIDAD OPERACIONAL / VENTAS NETAS
X1: (ACTIVO CORRIENTE - PASIVO CORRIENTE) / ACTIVO TOTAL	X2: UTILIDADES RETENIDAS / ACTIVO TOTAL	X4: VALOR DE MERCADO / PASIVO TOTAL	X5: VENTAS NETAS / ACTIVO TOTAL	RENTABILIDAD SOBRE PATRIMONIO : (UTILIDAD NETA / PATRIMONIO) * 100
X1: VENTAS / DEUDAS TOTALES	X1: UTILIDADES RETENIDAS / ACTIVO TOTAL	X3: UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO / PATRIMONIO	X6: PASIVO CORRIENTE / ACTIVO TOTAL	X8: CAPITAL TRABAJO / PASIVO TOTAL

Fuente: Construcción Propia

De esta manera, se clasifican las Pymes que no están en ley de insolvencia (representadas por 0) y las Pymes que si cuentan con ley de insolvencia (distinguidas por 1), esto se crea para dar nombre a la variable dependiente “Variable Y”.

Una vez obtenida la base consolidada con el cálculo de los indicadores de cada año y de los promedios de los mismos, se calcula Altman modelo Z1 y su clasificación, ya que este

modelo es creado para predecir la quiebra en empresas que no cotizan en bolsa, en este caso

Pymes del sector industrial.

Al momento del análisis de este modelo se observa la importancia de los datos críticos en el

modelo Rodríguez-Peralta, demostrados en la siguiente tabla:

Tabla 7: Test de igualdad de medias Rodríguez-Peralta

Variable	Wilks' Lambda	F
RAZÓN CORRIENTE: (ACTIVO CORRIENTE/PASIVO CORRIENTE)	0,941	14,94***
PRUEBA ÁCIDA: (ACTIVO CORRIENTE-INVENTARIOS/PASIVO CORRIENTE)	0,95	12,671***
PRUEBA DE EFECTIVO: (DISPONIBLE/PASIVO CORRIENTE)	0,946	13,809***
NIVEL DE ENDEUDAMIENTO: (PASIVO TOTAL/ACTIVO TOTAL)	0,975	6,173**
NIVEL DE ENDEUDAMIENTO LEVERAGE: (PASIVO TOTAL/PATRIMONIO)	0,997	0,823
CONCENTRACIÓN DEL ENDEUDAMIENTO A CORTO PLAZO: PASIVO CORRIENTE /PASIVO TOTAL	0,94	15,366***
RENTABILIDAD DEL PATRIMONIO: UTILIDAD NETA / PATRIMONIO BRUTO	0,998	0,393
RENTABILIDAD DE CAPITAL PAGADO: UTILIDAD NETA / CAPITAL PAGADO	0,996	1,069
MARGEN OPERACIONAL DE UTILIDAD: UTILIDAD OPERACIONAL / VENTAS NETAS	0,996	1,002
X1: (ACTIVO CORRIENTE - PASIVO CORRIENTE) / ACTIVO TOTAL	0,999	0,139
X2: UTILIDADES RETENIDAS / ACTIVO TOTAL	0,994	1,461
X4: VALOR DE MERCADO / PASIVO TOTAL	0,996	1,001
X5: VENTAS NETAS / ACTIVO TOTAL	0,995	1,274
RENTABILIDAD SOBRE PATRIMONIO: (UTILIDAD NETA / PATRIMONIO) * 100	0,998	0,393
X1: VENTAS / DEUDAS TOTALES	0,991	2,074
X1: UTILIDADES RETENIDAS / ACTIVO TOTAL	0,99	2,484
X3: UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO / PATRIMONIO	0,998	0,375
X6: PASIVO CORRIENTE / ACTIVO TOTAL	0,981	4,641**
X8: CAPITAL TRABAJO / PASIVO TOTAL	0,953	11,872***

Fuente: Construcción Propia

*** Valor significativo al 1%

** Valor significativo al 5%

*Valor significativo al 10%

La tabla 7 expresa, que dentro del conjunto de los indicadores, la prueba de diferencias de medias identifica que algunos de estos como significativos evidenciando diferencias entre los dos grupos, esto con un 1% y 5%, solo algunos de los indicadores tomados para el cálculo poseen importancia para discriminar entre los grupos, en este caso empresas con ley de insolvencia y empresas que no están en ley de insolvencia.

Sin embargo, dentro de los supuestos del modelo de análisis discriminante, la clasificación de los resultados, nos dio a conocer que la totalidad el modelo en general es calificado de forma correcta con un 69,4%, donde las buenas empresas son calificadas como buenas en un 72,7% y malas empresas se califican como malas en un 66,1%.

De igual manera, dentro del supuesto principal sobre las empresas que se encuentran en ley de insolvencia, el modelo se centra en las empresas riesgosas o que se encuentran en ley de insolvencia con un valor negativo expresado en -0,465 y las empresas no riesgosas con un valor positivo centrado en 0,465.

Previamente a la estimación del modelo se hizo el test M-Box, para evaluar la matriz de varianzas y covarianzas de empresas riesgosas y no riesgosas o empresas que están en ley de insolvencia o que no poseen ningún problema de liquidez. En donde con un F de 93.35 se asume que el modelo expresa diferencia en estas dos matrices; por lo que se propone un modelo discriminante con matrices de varianzas y covarianzas separadas.

Como resultado al análisis del modelo estadístico discriminante, se obtiene una ecuación que expresa cada una de las variables analizadas, dicha ecuación se muestra a continuación:

$$Z = -2.187 + 0.122I_1 + 0.486I_2 + 2.637I_3 + 0.186I_4 + 0.262I_5$$

Dónde:

I1= Razón corriente (activo corriente / pasivo corriente)

I2= Prueba de efectivo (disponible / pasivo corriente)

I3= Concentración del endeudamiento a corto plazo

I4= X1 ((activo corriente - pasivo corriente) / activo total)

I5= X6 (pasivo corriente / activo total)

La constante de -2.1487, se define como la fuerza que tienen las empresas en el mercado.

Cabe mencionar, que el test de función discriminante con el estadístico de lambda Wilks expresa un valor de 46,82% en el estadístico de Chi-cuadrado asociado, se puede concluir que a cualquier nivel de significancia esta función discrimina de forma correcta.

Por último, la prueba de normalidad individual, expresada en la siguiente tabla, muestra que Kolmogorov-Smirnov Z para cada indicador seleccionado durante el análisis, son significativos en un 1%, esto implica que no existe normalidad en ninguna de las variables.

Tabla 8: Prueba de normalidad individual Rodríguez-Peralta

Variables	Kolmogorov-Smirnov Z
RAZON CORRIENTE	4,83739690774753 ***
PRUEBA DE EFECTIVO (DISPONIBLE/PASIVO CORRIENTE)	6,06637488519594 ***
INDICE DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS PASIVO CORRIENTE /PASIVO TOTAL	3,12229828115898 ***
X1 VENTAS / DEUDAS TOTALES	7,06107717111415 ***
X6 PASIVO CORRIENTE / ACTIVO TOTAL	6,17814588341415 ***

Fuente: Construcción Propia

*** Valor significativo al 1%

** Valor significativo al 5%

*Valor significativo al 10%

Teniendo en cuenta los resultados anteriores para el modelo de análisis discriminante y aunque no se logren cumplir todos los supuestos para dicho análisis, existen autores que demostraron que el modelo de análisis discriminante podría permitir discriminar correctamente aun cuando las variables dicotómicas contradicen la hipótesis de distribución normal multivariante (Jaba, Jemna, Viorica, & Balan, 2007, pág. 149), procedemos a analizar el modelo de regresión logística.

MODELO DE REGRESION LOGISTICA (LOGIT)

El modelo de regresión logística se aplica para la obtención de la probabilidad de que una observación pertenezca a un conjunto determinado, en función del comportamiento de las variables independientes, en este caso, la variable dependiente puede tener un valor de 0 solvente e insolvente. (Camacho Rubiano, Salazar Henao, & León Arias, 2013, pág. 53)

El modelo de regresión logística cuenta con diferentes características, las cuales permiten la obtención de la probabilidad, las cuales son:

- P va de 0 a 1, es decir, aunque las probabilidades se encuentran entre 0 y 1, los Logit no están acotados en esa forma.
- Aunque logit es lineal en X, las probabilidades en sí mismas no lo son.
- Se pueden añadir tantas variables regresoras como indique la teoría subyacente.
- Si L, el logit, es positivo, significa que cuando se incrementa el valor de las variables regresoras aumentan las posibilidades de que la regresada sea igual a 1. Si L es negativo, las posibilidades de que la regresada iguale a 1. (Guajarati & Porter, 1978, págs. 553-555)

Teniendo en cuenta lo anterior, realizamos el análisis de regresión logística, conocido como un modelo ingenuo, busca dar respuestas de toda información sin ningún supuesto y no requiere de normalidad en sus variables para interpretación de las mismas.

Por esta razón, el modelo Logit, expresa estadísticos que representan un nivel de significancia del 1% (Ómnibus test of model coefficients y Hosmer and Lemeshow test), donde Ómnibus test of model coefficients expresa el rechazo de la hipótesis nula que indica que todos los coeficientes dentro del modelo son cero y Hosmer and Lemeshow test indica algunas dificultades para cada segmento en la estimación de las probabilidades del modelo Rodríguez-Peralta. Los estadísticos se pueden mirar en la tabla 9:

Tabla 9: Estadísticos Rodríguez-Peralta

Estadísticos		
Omnibus Tests Of Model Coefficients	Chi-Square	88,674***
Hosmer and Lemeshow Test	Chi-Square	29,525***
Cox and Snell R Square		0,307
Nagelkerke R Square		0,409

Fuente: Construcción Propia

*** Valor significativo al 1%

** Valor significativo al 5%

*Valor significativo al 10%

Este modelo presenta p-valúes muy cercanos a cero en algunas variables, con una de ellas con mayor importancia, el índice de concentración de endeudamiento a corto plazo, el cual se define como la medida en que se concentra la deuda en el pasivo corriente.

La clasificación del modelo en general está dada por un 75,6%, donde las empresas en ley de insolvencia se encuentran bien calificadas con un porcentaje de 81,8% y las buenas

empresas se califican de igual manera con un valor de 69,4%. Superando los valores de clasificación obtenidos con el modelo de análisis discriminante.

El modelo resultante después de una regresión por pasos permite establecer cuáles eran las variables más relevantes para clasificar las empresas con ley de insolvencia o empresas que no poseen problemas de solvencia, este se dio de la siguiente manera:

$$Z = 3.611 - 0.475I_1 - 9.602I_2 + 2.949I_3$$

Dónde:

I1= Razón corriente (activo corriente / pasivo corriente)

I2= Prueba de efectivo (disponible / pasivo corriente)

I3= Concentración del endeudamiento a corto plazo.

La constante de -3.611, se define como la fuerza que tienen las empresas en el mercado.

Una de las formas utilizadas para evaluar el poder de discriminación de estos modelos como se mencionó anteriormente, es mirar el área bajo la curva Roc.

La curva Roc, es una técnica estadística que se puede visualizar gráficamente, esta permite evaluar la capacidad de discriminación del modelo. (Akobeng, 2006, págs. 644-647).

Para esta, se tienen en cuenta varios supuestos que hacen efectiva su ejecución, tales como:

- Los números ascendentes representan que el sujeto pertenece a una categoría.
- Los números descendentes representan que el sujeto pertenece a la otra categoría.
- Se elige cuál es la dirección positiva.

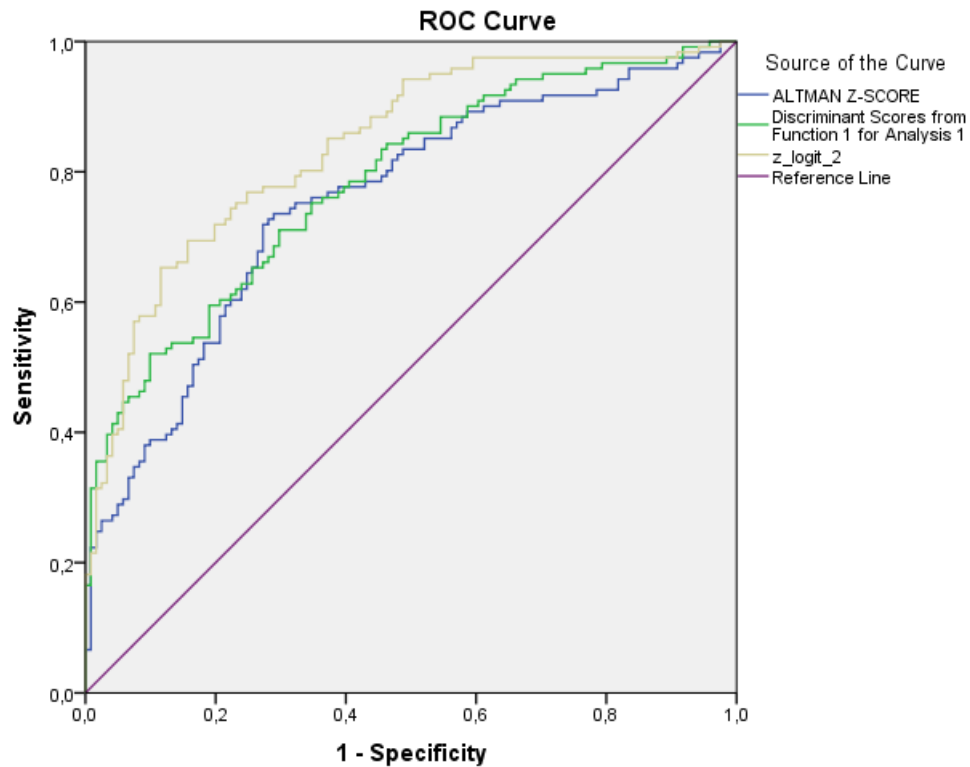
Se debe conocer la categoría real a la que pertenece el sujeto. (Camacho Rubiano, Salazar Henao, & León Arias, 2013, pág. 72).

La curva Roc, se ejecuta por medio del estudio de sensibilidad, definida así como la habilidad de marcar los valores positivos que están correctamente clasificados y de la especificidad, que es la habilidad de marcar valores negativos que están correctamente clasificados, por consiguiente, la sensibilidad es la verdadera tasa de valores positivos y la especificidad la tasa de valores negativos. De acuerdo a esto, cuando la curva tiende hacia la izquierda, se entiende que el modelo tiene un buen poder de predicción. (Rojas, s.f, págs. 17-18).

El rendimiento global de una prueba se resume de acuerdo al área bajo la curva Roc. Dicha área se define, como la probabilidad de que el resultado de una prueba de diagnóstico de un sujeto anormal, seleccionado al azar será mayor que el resultado de la prueba de diagnóstico mismo de un sujeto normal seleccionado al azar. Cuanto mayor es el área bajo la curva Roc, mejor será el rendimiento global de la prueba de diagnóstico. (Rojas, s.f, pág. 18).

De acuerdo a lo anterior, en el modelo Rodríguez-Peralta, arroja como resultado que el área bajo la curva es superior a 0,5, lo que indica que el modelo discrimina bien, con un valor de 84 frente a Altman Z1 con 75,4 y 78,4 del modelo discriminante. Todo esto dado con un nivel de confianza del 95%, con límite inferior de 0,79 y un superior de 0,88. Como se muestra en figura 3:

Figura 3: Curva ROC Rodríguez-Peralta



Fuente: Construcción Propia

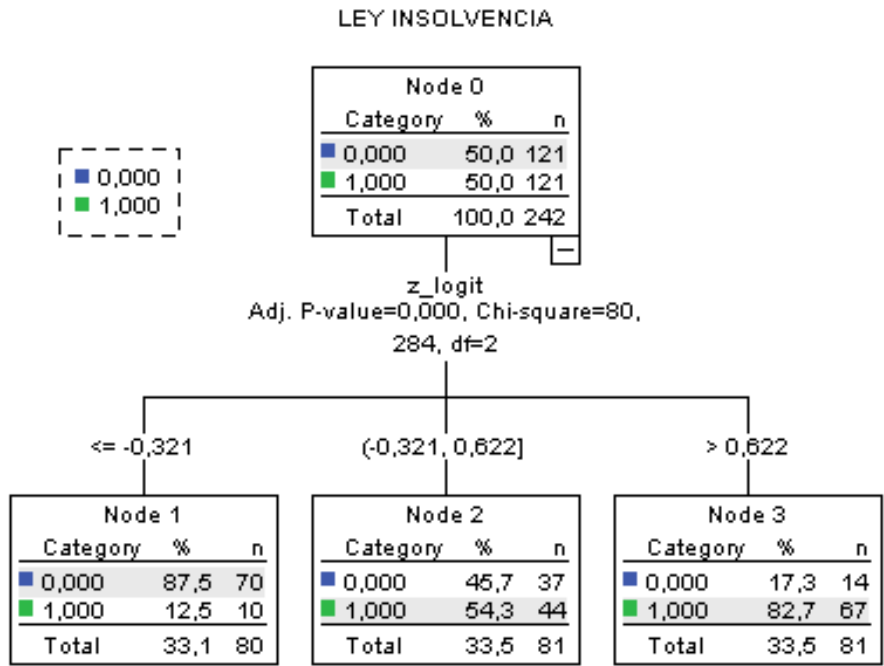
Frente a esto, se prefiere esta propuesta dado que este tipo de regresión logística no demanda toda la validación de los supuestos requeridos en el modelo de discriminación.

Finalmente, con la propuesta elegida se plantean rangos de clasificación de las empresas de acuerdo a la probabilidad de caer bajo ley de insolvencia, por medio del árbol de decisión Chaid.

El árbol de decisión es una herramienta gráfica utilizada para mostrar los posibles eventos que pueden o no ser controlables, incluso el nombre implica que cada rama supone que representa opciones a disposición de una toma de decisiones. (Rojas, s.f, pág. 16).

Los resultados se muestran en la figura 4:

Figura 4: Árbol de decisión Rodríguez-Peralta



Fuente: Construcción Propia

Es decir, las empresas con un Z menor o igual -0,321 de bajo riesgo, las que tienen Z superior 0,622 alto riesgo y las demás empresas con valores entre -0,321 y 0,622 en zona gris. Lo anterior dado que para los valores altos de Z se tiene probabilidad de riesgo de insolvencia 82,7% y valores bajos de Z con probabilidad de insolvencia de 12,5%.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la investigación se toman en cuenta las Pymes del sector industrial ya que de acuerdo a la encuesta ANIF del centro de estudios económicos, este sector en el segundo semestre de 2014 ha sido el que peor desempeño ha mostrado de los tres macro sectores y el porcentaje de empresarios insatisfechos aumento en 8 puntos porcentuales llegando a un 17% en 2014 y con el modelo Rodríguez-Peralta se obtuvo en qué indicadores se debe trabajar para tomar medidas correctivas en las empresas.

Las Pymes poseen un espíritu ambicioso que logra posicionarlas en unas empresas con rendimientos significativos, mostrándolo así en el modelo de predicción de quiebra Rodríguez-Peralta.

De acuerdo a la revisión de literatura, se observó la discrepancia de los diferentes modelos de predicción de quiebra creados por algunos de los autores más relevantes a nivel nacional e internacional, donde se evidencia los distintos ,métodos utilizados para el análisis de las cifras al momento de calcular la insolvencia en las empresas, llegando a la conclusión de que la mayoría de los modelos escogen indicadores que se adaptan al sector y arrojan con mayor exactitud la predicción de quiebra.

Para la creación del modelo Rodríguez-Peralta, se aplicó diferentes modelos estadísticos (modelo de análisis discriminante y modelo Logit) que arrojaron como resultado la importancia de dichos modelos para tomar en cuenta los indicadores precisos al momento de predecir la quiebra dentro del sector industrial, de acuerdo a esto, el modelo Logit determinó con mayor exactitud la insolvencia en las Pymes, tomando tres indicadores como lo son razón corriente, prueba de efectivo y concentración del endeudamiento a corto plazo.

De igual forma, el modelo Rodríguez-Peralta en el análisis Logit, califica con exactitud a las empresas que están en ley de insolvencia en un 81,81% y a las que no se cobijan dentro de la ley de insolvencia en un 69,42%, teniendo en cuenta que la calificación general del modelo Rodríguez-Peralta para la predicción de quiebra en las Pymes del sector industrial en Bogotá es de 75,61%. Teniendo en cuenta la comparación de los resultados obtenidos en el análisis del área bajo la curva (curva Roc), este indica que el modelo discrimina bien, con un valor de 0.84 en el frente a Altman Z1 con 0.75 y 0.78 del modelo discriminante.

Según el modelo, las empresas que entraron en ley de insolvencia en los años 2000 al 2014 son pocas en comparación con las empresas que lograron un revelador crecimiento, teniendo en cuenta los indicadores que son importantes al analizar este tipo de empresas; como lo es el desarrollo de nuevos productos, este indicador expresa de forma clara la importancia que tiene para la economía del país el desarrollo ya sea de nuevas tecnologías, productos, entre otros.

El número de indicadores o ratios financieros calculados para los periodos comprendidos entre los años 2000 al 2014 son suficientes para poder realizar el modelo ya que de acuerdo a los autores tales como Edmister en 1972 afirman que entre menos ratios financieros incluidos en el modelo existan serán más acertados a la hora de predecir la quiebra en las empresas.

En comparación con los demás modelos, el modelo Rodríguez-Peralta es selectivo a la hora de escoger los indicadores más precisos para la predicción de quiebra en las Pymes adaptados al sector industrial, estos fueron: razón corriente (activo corriente / pasivo corriente), prueba de efectivo (disponible / pasivo corriente) y concentración de endeudamiento a corto plazo.

RECOMENDACIONES

De acuerdo al desarrollo del trabajo y los resultados encontrados se considera que siguiendo esta metodología se podría construir un modelo de predicción y de caracterización para estos sectores diferentes al industrial.

De igual manera, investigar otras técnicas para modelar y predecir la quiebra, serán siempre mejor para la predicción obtenida en este caso con el modelo Rodríguez-Peralta. Entre estas se podrían desarrollar propuestas con un modelo de sobrevivencia los cuales pueden estimar la probabilidad de eventos riesgosos asociados con el tiempo de vida de las empresas.

BIBLIOGRAFIA.

- Akobeng, A. K. (Junio de 2006). *Understanding diagnostic tests 3: receiver operating characteristic curves*. Obtenido de <http://formacionbiblioteca.udea.edu.co/moodle/mod/resource/view.php?id=10256>
- Anif. (2015). *La Gran Encuesta*. Obtenido de http://anif.co/sites/default/files/uploads/GEP%20NACIONAL%20I-2015_0.pdf
- Banco de la Republica de Colombia. (s.f.). *Producto interno bruto*. Obtenido de <http://www.banrep.gov.co/es/contenidos/page/qu-producto-interno-bruto-pib>
- Banco de la republica de Colombia. (s.f). *Actividad cultural: Sistema Financiero*. Obtenido de http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/sistema_financiero
- Baron Lopez, F. J., & Tellez Montiel, F. (Diciembre de 2004). *Apuntes de Bioestadística*. Obtenido de Tercer ciclo en ciencias de la salud y medicina: <http://www.bioestadistica.uma.es/baron/apuntes/ficheros/cap05.pdf>
- Beaver, W. H. (1966). *Journal of Accounting Research Vol. 4, Empirical Research in Accounting: Selected Studies 1966*. Chicago: Universidad de Chicago.
- Borger , A., Figueroa, R., & Vecchiola, Y. (2009). Exito y fracaso empresarial. *Revista de la facultad de ingeniería*, 37.
- Camacho Rubiano, G. A., Salazar Henao, A. J., & León Arias, C. B. (2013). *Modelos de estimación de quiebra en las empresas Colombianas del sector textil y confección*. Bogota: Colegio de Estudios Superiores de Administración.
- Congreso de la República de Colombia. (2000). *Ley 590 de 2000*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=12672>
- Congreso de la República de Colombia. (2004). *Ley 905 de 2004*. Obtenido de Promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0905_2004.html
- Congreso de la República de Colombia. (2006). *Ley 1116 de 2006*. Obtenido de Por la cual se establece el Régimen de Insolvencia Empresarial en la República de Colombia.: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1116_2006.html
- Congreso de la República de Colombia. (2010). *Ley 1429*. Obtenido de Por la cual se expone la ley de formalización y generación.: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normatividad/Ley%201429%20de%202010%20Formalizaci%C3%B3n%20y%20Generaci%C3%B3n%20de%20Empleo.pdf>

- Crow Santos, P., & Ruiz Barzola, O. (2006). *Aplicacion de metodos estadisticos multivariados en el estudio de calidad de enmiendas organicas solidas y liquidas preparadas en las provincias de Guayas, los Rios y el Oro*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/2032/4011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DANE. (s.f.). *DANE*. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/files/acerca/PF.pdf>
- De la Fuente Fernández, S. (2011). *Analisis discriminante*. Madrid: Universidad Autonoma de Madrid.
- EVA. (s.f.). *EVA*. Obtenido de <http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/consultorio-contable/Documents/boletines/contabilidad-finanzas/boletin7.pdf>
- García Serna, O. L. (1992). *Administración financiera, fundamentos y aplicaciones*. Medellin: Digital Express Ltda.
- García Serna, O. L. (2009). *Administración Financiera*. Medellin: Digital Express Ltda.
- Gonzalez Carreño, L. A. (2009). *Diagnostico de multidrogorresistencia y resistencia extensiva en Mycobacterium tuberculosis mediante el empleo de metodologias coloritmetricas en Colombia*. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- Guajarati, D. N., & Porter, D. C. (1978). *Econometria*. Mexico: McGraw-Hill.
- Ibarra Mares, A. (2001). *Analisis de las dificultades financieras de las empresas en una economia emergente: las bases de datos y las variables independientes en el sector hotelero de la Bolsa Mexicana de valores*. Barcelona: Universidad Autonoma de Barcelona.
- IBM. (s.f.). *Software SPSS*. Obtenido de <http://www-01.ibm.com/software/co/analytics/spss/>
- JABA, E., JEMNA, D. V., VIORICA, D., & BALAN, C. B. (2007). *DISCRIMINANT ANALYSIS IN THE STUDY OF ROMANIAN REGIONAL CHRISTIANA BRIGITTE BALAN*. Lasi: University, Iasi.
- Jaba, E., Jemna, D., Viorica, D., & Balan, C. B. (2007). *DISCRIMINANT ANALYSIS IN THE STUDY OF ROMANIAN REGIONAL CHRISTIANA BRIGITTE BALAN*. Lasi: University, Iasi.
- León Valdez, C. A. (2006). *El analisis financiero como herramienta en la prediccion de quiebra e insolvencia financiera*. Bogota: Universidad Externado de Colombia.
- Llano Diaz, L. R., & Mosquera Caicedo, V. (2006). *El modelo logit una alternativa para medir la probabilidad de permanencia estudiantil*. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- Longenecker, J. G., & Moore, C. W. (2001). *Administracion de pequeñas empresas: un enfoque emprendedor*. Mexico: Thomson.

- Mincomercio, I. (s.f). *Tamaño Empresarial Micro, Pequeña, Mediana o Grande*. Obtenido de <http://www.mincit.gov.co/mipymes/publicaciones.php?id=2761>
- Ministerio de hacienda y credito publico. (Noviembre de 2006). *Decreto N° 4090 de 2006*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normatividad/dec4090nov2006.pdf>
- Narvaez Semanate, L. A. (2010). *Analisis de la aplicacion de los modelos de prediccion de quiebras en Colombia*. Cali: Universidad Autonoma de occidente.
- Osorio Valencia, E. (1989). *Manual de gerencia financiera. Análisis, diagnóstico y pronóstico*. Bogotá: universidad Santo Tomas.
- Pérez G., J. I., González C., K. L., & Lopera C., M. (2011). *Modelos de predicción de la fragilidad empresarial: aplicacion al caso empresarial para el año 2011*. Medellin: Universidad de Antioquia.
- Rojas, B. R. (s.f). *Fundamentacion en riesgo con Risk Simulator*. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102007/MANUAL_RS.pdf
- Rosero Villabon, O. G. (2006). *Indicadores Finacieros para el Balanced Score Card*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Rosillo, J. (2002). Modelo de predicción de quiebras de las empresas colombianas. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 109-24.
- Sanchez, J. G. (Julio de 2011). *OpenCourseware. Modelos de Probabilidad. Universidad Politecnica de madrid*. Obtenido de <http://ocw.upm.es/estadistica-e-investigacion-operativa/introduccion-a-la-estadistica-basica-el-diseno-de-experimentos-y-la-regresion-lineal/contenidos/Material-de-clase/Probabilidad.pdf>
- Superintendencia de Sociedades. (s.f). *Sistema Financiero y Reporte Empresarial*. Obtenido de <http://www.supersociedades.gov.co/asuntos-economicos-y-contables/estudios-y-supervision-por-riesgos/SIREM/Paginas/default.aspx>
- Triana, F., Morales , J., Guarín , A., & Saldarriaga, J. (2012). *MiPymes en Colombia*. Cali: Universidad de Valle.
- Villegas Londoño, D. I., & Toro Jaramillo , I. (2010). Las Pymes: Una mirada a partir de la experiencia academica del MBA. *Revista MBA. EAFIT*, 94.